



Главные выводы

1. Солнечная система — это материя и все космическое пространство, находящееся в сфере притяжения Солнца.
2. Солнечная система состоит из Солнца, больших и карликовых планет и их спутников, малых тел, межпланетной пыли, плазмы, физических полей.
3. Главные особенности Солнечной системы состоят в том, что ее основная масса сосредоточена в Солнце, орбиты планет и большинства астероидов лежат почти в одной плоскости, обращаются в том же направлении, что и Солнце.
4. Среди планет Солнечной системы различают планеты земной группы и планеты-гиганты.
5. Солнечная система образовалась в процессе эволюции вращающегося газопылевого облака.



Контрольные вопросы и задания

1. Что понимают под Солнечной системой?
2. Что называют планетой? Какие планеты входят в состав Солнечной системы?
3. Укажите основные особенности строения Солнечной системы.
4. Каков возраст древнейших пород Земли; минералов, доставленных с Луны; метеоритов, упавших на Землю?
5. В чем состоит суть гипотез И. Канта, П. Лапласа, Дж. Джинса, О. Ю. Шмидта о происхождении Солнца и планет?
6. Укажите основные этапы происхождения и ранней эволюции Солнечной системы.

§ 13. Планеты земной группы

1. Меркурий. Меркурий — самая близкая к Солнцу планета. Она постоянно «прячется» в солнечных лучах, и поэтому ее очень трудно увидеть земному наблюдателю.

У Меркурия нет атмосферы, и его поверхность не защищена от палящих солнечных лучей днем и космического холода ночью. Днем на поверхности планеты в экваториальных районах температура поднимается до $+430\text{ }^{\circ}\text{C}$, а ночью опускается до $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перепад температур происходит медленно, потому что солнечные сутки на Меркурии равны 176 земным.



Рис. 51. Меркурий



Рис. 52. Крутые уступы на поверхности Меркурия

Вся каменная поверхность Меркурия покрыта многочисленными кратерами (рис. 51). Большинство из них образовались в результате падения метеоритов. Кратеры на картах Меркурия названы в честь выдающихся представителей мировой культуры: Бетховен, Гомер, Достоевский, Пушкин, Толстой и др.

Ось вращения Меркурия перпендикулярна его орбите, поэтому дно околополярных кратеров никогда не освещается Солнцем. Эти области служат хранилищами водяного льда, перемешанного с горной породой.

Горы, встречающиеся на Меркурии, достигают высоты всего 2—4 км. На планете обнаружены уступы высотой 2—3 км, тянущиеся на сотни километров (рис. 52). Вероятно, они появились при формировании планеты из-за неравномерного сжатия в ходе охлаждения.

Вблизи поверхности Меркурия обнаружены атомы гелия и водорода, а также аргона и натрия. Их источниками являются солнечный ветер и вещество планеты, подверженное нагреванию и облучению Солнца.


Магнитное поле планеты очень мало, его напряженность в 100 раз меньше земного.

Параметры Меркурия смотрите в таблице 2.

Таблица 2. Параметры Меркурия

| | | | |
|----------------------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | -2,2 | Диаметр по экватору | 4880 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 57,9 млн км | Масса (Земля = 1) | 0,055 |
| | 0,387 а. е. | Средняя плотность | $5,43 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |

Окончание таблицы

| | | | |
|---|-------------------|---|---|
| Период обращения вокруг Солнца | 88 земных суток | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 0,38 |
| Период вращения вокруг оси | 58,6 земных суток | Температура поверхности на экваторе | От -170°C до $+430^{\circ}\text{C}$ |
|  | | | |



2. Венера. Венера — вторая от Солнца планета Солнечной системы (рис. 53). Она почти такого же размера, как Земля, а ее масса составляет около 80 % земной массы. На небе ее можно наблюдать утром или вечером в виде очень яркого светила. Густая атмосфера Венеры долго скрывала тайны ее поверхности. Ученые еще в середине XX в. думали, что планета покрыта тропическими лесами. Но достигшие ее советские космические аппараты «Венера» сфотографировали безжизненную раскаленную пустыню. Температура поверхности достигает $+464^{\circ}\text{C}$ и почти не изменяется в течение суток (см. табл. 3 на с. 77). Густые облака пропускают мало солнечного света и создают «сумеречную» освещенность даже тогда, когда Солнце находится высоко над горизонтом.

Большую часть поверхности Венеры занимают равнины. Самые высокие горы поднимаются на 11 км над средним уровнем поверхности — Горы Максвелла. На Венере обнаружены кратеры диаметром до сотен километров (рис. 54).



Рис. 53. Венера. Фотоснимок выполнен в ультрафиолетовых лучах



Рис. 54. Венера. Район Гор Максвелла: огромный кратер диаметром около 100 км

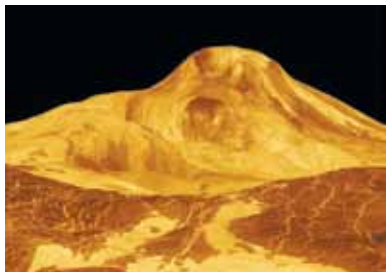


Рис. 55. Гора Маат — потухший вулкан на Венере

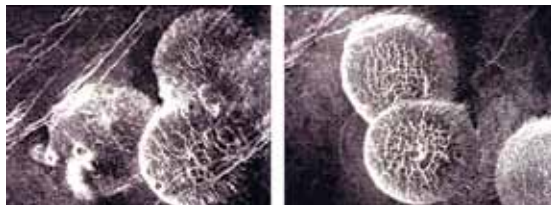


Рис. 56. Застывшие пузыри вулканической лавы на Венере. Радиолокационное изображение, переданное космическим кораблем «Магеллан» в 1991 г.

Крупные кратеры названы в честь выдающихся женщин мира (Ахматова, Войнич, Дункан, Орлова) или просто женскими именами (Антонина, Валентина, Зоя, Ирина, Нана, Оля и др.). Обширные возвышенности-материки носят имена: Земля Афродиты, Земля Иштар, Земля Лады и др.

Около 500 млн лет назад на Венере произошла глобальная геологическая катастрофа. Сотни тысяч действующих вулканов извергли огромное количество лавы, которая покрыла всю поверхность планеты. Самый высокий потухший вулкан (рис. 55) — гора Маат, названная в честь египетской богини истины и порядка, — вздымается над окружающей ее равниной почти на 8 км. Отдельные вулканы достигают высоты 3 км при ширине у подножия 500 км. Многочисленные застывшие пузыри лавы имеют куполообразную форму (рис. 56).

Для исследования рельефа планеты был использован метод радиолокации. Автоматическая межпланетная станция «Магеллан» с 1990 по 1994 г. провела глобальную радиолокацию поверхности Венеры. На основе полученных данных были составлены рельефные карты и воссозданы детали поверхности в объемном изображении (рис. 57).

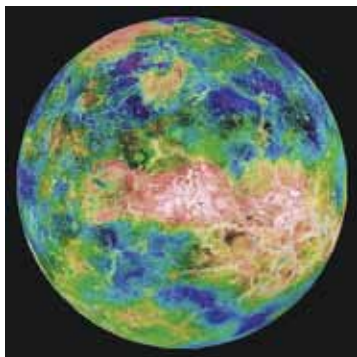


Рис. 57. Рельефная карта поверхности Венеры, составленная по данным радиолокационных исследований космического аппарата «Магеллан»

Атмосфера Венеры состоит в основном из углекислого газа. Давление у поверхности планеты в 92 раза выше, чем у поверхности Земли. Благодаря такому химическому составу, а также большой плотности атмосфера Венеры представляет собой огромный «парник». Парниковый эффект и обуславливает высокую температуру поверхности.

Облака Венеры имеют слоистую структуру. Они располагаются на высотах от 48 до 70 км и содержат капельки серной кислоты. Скорость ветра у поверхности составляет около 1 м/с. В атмосфере наблюдаются молнии.

Магнитное поле Венеры очень мало по причине медленного вращения планеты вокруг оси с востока на запад. Его напряженность в 10^4 раз меньше земного. Магнитосфера почти полностью отсутствует, поэтому поток заряженных частиц, идущий от Солнца, сталкивается с атмосферой планеты и увлекает за собой ее вещество, формируя ионный шлейф. Космические обсерватории определили, что этот «хвост» растягивается от 190 до 270 тыс. км.

Параметры Венеры смотрите в таблице 3.

Таблица 3. Параметры Венеры

| | | | |
|--|--------------------|---|----------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | -4,6 | Диаметр по экватору | 12 104 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 108,2 млн км | Масса (Земля = 1) | 0,815 |
| | 0,723 а. е. | Средняя плотность | $5,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| Период обращения вокруг Солнца | 224,7 земных суток | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 0,9 |
| Период вращения вокруг оси (обратное вращение) | 243 земных суток | Температура поверхности | +464 °С |



3. Земля. Земля — третья по счету планета Солнечной системы. Из космоса наша планета выглядит красивым голубым шаром (рис. 58). Сквозь облачный покров можно рассмотреть материки и океаны. Океаны занимают почти 71 % поверхности Земли.

Детали поверхности Земли и условия жизни вам хорошо известны, поэтому мы остановимся более подробно на строении недр. Модели внутреннего строения Земли и остальных планет земной группы схожи.

По записям колебаний земной поверхности при землетрясениях — **сейсмограммам** — было установлено, что внутреннее строение планеты



Рис. 58. Фотография Земли из космоса



по вертикали слоистое. По химическому составу и физическим характеристикам выделяют три основные сферические оболочки: твердую кору, мантию и ядро. Самый тонкий внешний слой — **твердая кора**. У Земли она простирается в среднем на глубину 35 км (океаническая кора — 10 км, континентальная кора — 70 км). По химическому составу земная кора состоит из кислорода (49,1 %), кремния (26,0 %), алюминия (7,5 %), железа (4,2 %), кальция (3,3 %) и других химических элементов. Общая масса земной коры составляет всего 0,8 % общей массы Земли. Кора отделяется от следующей за ней **мантии** отчетливой границей.

Ядро — наиболее плотная часть планетных недр. В центре Земли плотность вещества достигает $13\,500\text{ кг/м}^3$, а температура оценивается в 6000 К. Радиус ядра составляет 55 % радиуса Земли, а масса — около 30 % массы планеты. Земное ядро подразделяется на внешнее и твердое внутреннее радиусом 1270 км. Переходная зона между внешней и внутренней частями ядра очень тонкая — около 5 км. У Венеры аналогичное ядро. Наиболее мощным ядром обладает Меркурий, радиус которого составляет 70 % радиуса планеты, а масса — 60 % массы всей планеты. У Марса небольшое ядро массой 7 % от массы всей планеты, а его радиус составляет 28 % радиуса Марса. Ядра планет в основном состоят из железа с примесью никеля, серы. Жидкий внешний слой ядра, вероятно, есть у Меркурия и Венеры.

Источниками нагрева недр планет служат:

- 1) выделение тепла при распаде радиоактивных элементов;
- 2) энергия, выделяющаяся при ударах тел различного размера (астероидов и др.) о поверхность планеты;
- 3) нагревание за счет сжатия вещества планеты и гравитационной дифференциации.

Гравитационная дифференциация представляет собой процесс постепенного перераспределения вещества по плотности — тяжелые элементы стремятся к центру, а легкие элементы поднимаются к поверхности. Этот процесс у Земли еще не завершился. Движение вещества внутри планеты влияет на кору, вызывая землетрясения, горообразование, тектонические и вулканические процессы.

Магнитное поле Земли генерируется в жидком металлическом слое ядра.


Земная атмосфера состоит в основном из азота (78 %) и кислорода (21 %).

Параметры Земли смотрите в таблице 4.

Таблица 4. Параметры Земли

| | | | |
|--|--------------|---------------------|---------------------------------|
| Угол наклона экватора к плоскости орбиты | 23,4° | Диаметр по экватору | 12 756 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 149,6 млн км | Масса | $5,97 \cdot 10^{24}$ кг |
| | 1 а. е. | Средняя плотность | $5,52 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ |

Окончание таблицы

| | | | |
|--|---------------------|-------------------------|--|
| Период обращения вокруг Солнца | 365,26 земных суток | Температура поверхности | От $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+57\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Период вращения вокруг оси | 23,93 ч | | |
|  <p>Мантия Земная кора Внутреннее ядро Внешнее ядро</p> | | | |

4. Марс. Марс — четвертая по счету планета Солнечной системы. Для наблюдателя она предстает в виде яркого красного светила (рис. 59). С помощью любительских телескопов можно увидеть полярные шапки Марса и некоторые крупные детали его поверхности.

Полученные с помощью космических аппаратов изображения поверхности Марса показали, что планета представляет собой безжизненную пустыню, значительная часть которой покрыта красноватым песком и усеяна камнями. Красный цвет поверхности Марса объясняется высоким содержанием в почве оксидов железа.

На поверхности Марса атмосфера очень разрежена, поэтому существуют большие суточные колебания температуры: если днем на экваторе температура поднимается летом до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, то ночью она опускается до $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зимой на поверхности Марса наблюдаются снег и иней (рис. 60). Вода в жидком



Рис. 59. Марс



Рис. 60. Снег на поверхности Марса. Фотография сделана спускаемым аппаратом «Викинг-2»

состоянии там существовать не может. Давление у поверхности планеты в 100—170 раз меньше, чем на Земле. В условиях низкого атмосферного давления вода закипает при температуре $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сразу же испаряется.

На Марсе очень много ударных кратеров большого размера. Это свидетельствует о том, что планета пережила множество катастроф, которые изменили условия на ее поверхности. Кратеры на Марсе названы в честь ученых, посвятивших свою деятельность изучению Марса и планет Солнечной системы (например, кратер Тихов).

Поверхность Марса характеризуется четко выраженной асимметрией. Южное гористое полушарие в среднем на 2 км выше Северного. На снимках марсианской поверхности хорошо видны многочисленные крупные и мелкие каньоны. Их ширина достигает 600 км, глубина — 5 км. Самый большой каньон — Долина Маринера — тянется почти на 5000 км (глубина 7—10 км, ширина 600 км). На рисунке 59 он виден как темная структура, пересекающая диск планеты.

Поражают своими масштабами потухшие вулканы Марса. Самый высокий — гора Олимп (рис. 61) — поднимается над поверхностью на 27 км. Диаметр его основания достигает 600 км. Возраст данных структур — около 400 млн лет.



Рис. 61. Гора Олимп на Марсе



Рис. 62. Высохшие русла марсианских рек

Знаменитые полярные шапки Марса образованы толстыми, порядка 3 км, слоями льда, смешанного с пылью. Верхний слой полярных шапок состоит из «сухого льда» (замерзшего углекислого газа — CO_2) с небольшой примесью обычного льда (H_2O). Температура здесь опускается ниже $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Когда на одном из полушарий начинается зима, соответствующая полярная шапка начинает расти и достигает 57° широты в Северном полушарии и 45° в Южном. С приходом весны шапки начинают таять. На южной полярной шапке наблюдаются гейзеры. Во время формирования полярных шапок в атмосфере планеты можно наблюдать голубовато-белые облака.

Загадочные марсианские долины, похожие на высохшие русла рек (рис. 62), были созданы водными потоками, которые иссякли более миллиарда лет назад. Об обилии воды на Марсе в давние времена свидетельствуют многие факты. В 1999 г. были опубликованы исследования, доказывающие, что на Марсе

раньше существовал океан воды. Это удалось установить с помощью фотоснимков (переданных на Землю станцией «Марс Глобал Сурвейер») по особенностям рельефа, представляющим древнюю береговую линию. Океан мог существовать, пока температура поверхности Марса была достаточно высока. Планета начала охлаждаться около миллиарда лет назад. Тонкая атмосфера Марса не препятствовала «улетучиванию» воды в межпланетное пространство. При понижении температуры замерзшая вода вперемешку с песком образовала подповерхностную ледяную оболочку — **криосферу**. Криосфера Марса содержит количество воды, эквивалентное слою толщиной около 1 км по всей планете.

Атмосфера Марса имеет низкую плотность и состоит в основном из углекислого газа (95 %). Скорость ветра у поверхности планеты не превышает 15 м/с, а во время пылевых бурь достигает 100 м/с. Марс — единственная планета, где наблюдаются глобальные пылевые бури. Они создают антипарниковый эффект, так как облака пыли не пропускают солнечное излучение к поверхности. Поэтому поверхность сильно охлаждается, а пыль и окружающая атмосфера, напротив, разогреваются. В атмосфере Марса наблюдаются песчаные вихри, закручивающие столбы пыли высотой до 8 км. Частички облаков состоят из силикатных и ледяных пылинок. Пыль на Марсе поднимается так высоко в атмосферу, что даже закрывает гору Олимп.

Марс обладает слабым магнитным полем напряженностью в 500 раз меньше земного.

Параметры Марса смотрите в таблице 5.

Таблица 5. Параметры Марса

| | | | |
|----------------------------------|-------------------|---|--|
| Звездная величина (максимальная) | -2,9 | Диаметр по экватору | 6792 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 227,9 млн км | Масса (Земля = 1) | 0,107 |
| | 1,524 а. е. | Средняя плотность | $3,93 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| Период обращения вокруг Солнца | 1,88 земного года | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 0,38 |
| Период вращения вокруг оси | 24,62 ч | Температура поверхности | От $-153 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+35 \text{ }^\circ\text{C}$ |



! Главные выводы

1. Планеты земной группы сравнительно малы (их общая масса не превышает 0,5 % массы всех планет Солнечной системы) и представляют собой твердые тела с высокой средней плотностью.
2. Все планеты земной группы обладают сходным строением и состоят из ядра, мантии, твердой коры.
3. Для поверхностей планет земной группы характерно наличие кратеров, гор, вулканов.
4. Планеты земной группы (кроме Меркурия) имеют внешние оболочки: атмосферу (Венера, Земля, Марс), гидросферу и биосферу (Земля), криосферу (Марс).

? Контрольные вопросы и задания

1. Из каких оболочек состоят планеты?
2. Перечислите источники нагрева недр планет.
3. Что называют гравитационной дифференциацией?
4. Из каких основных химических элементов состоит поверхность Земли; Меркурия; Марса?
5. Опишите поверхности планет земной группы.
6. Каковы особенности атмосфер планет земной группы?

§ 14. Планеты-гиганты



Рис. 63. Юпитер. Темное пятно — тень спутника Европа. Фотография получена космическим аппаратом «Кассини»

1. Юпитер. Юпитер — самая большая из планет-гигантов (рис. 63). Его масса намного превышает массу всех других планет, вместе взятых. Юпитер представляет собой газообразное тело с чрезвычайно мощной атмосферой, состоящей главным образом из водорода и гелия, что характерно и для других планет этой группы. По средней плотности, преобладанию водорода и гелия Юпитер похож на звезды. В отличие от планет земной группы у гигантов нет твердой поверхности. То, что мы наблюдаем, — это вершины облаков, плавающих в атмосфере. Из-за быстрого вращения планет-гигантов и сильных ветров облака вытягиваются в полосы, параллельные эквато-



Рис. 64. Большое Красное пятно на Юпитере

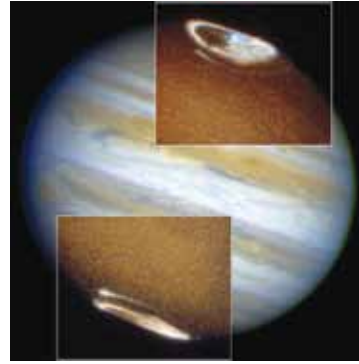


Рис. 65. Полярные сияния на Юпитере. Фотография космического телескопа Хаббла



ру. Окраску облакам придают примеси аммиачных образований, метан и другие сложные соединения.

Светлые и темные полосы атмосферы Юпитера объясняются различными зонами давления. Светлые зоны — это области высокого давления, а темные — низкого. Теплые газы поднимаются вверх в области светлых зон и остывают, достигнув верхней границы облаков. Охлаждаясь, они падают в соседние полосы, где давление низкое.

В экваториальной зоне (от $+9^\circ$ до -9°) газовые течения направлены строго с запада на восток. Скорость движения газовых масс достигает 180 м/с (по исследованиям межпланетной космической станции «Галилео»). Вблизи широт от $+20^\circ$ до -20° вещество движется в противоположную сторону, с востока на запад, со скоростью около 50 м/с. Между основными течениями существуют вихри и струи.

Для Юпитера, как и для всех планет-гигантов, характерны светлые и темные овальные пятна. Наиболее примечательное из них — Большое Красное пятно (рис. 64), наблюдающееся в течение трех веков. Это огромный и очень устойчивый вихрь, похожий на земной ураган.

В полярных облаках Юпитера наблюдается явление, подобное земному полярному сиянию (рис. 65).

Представления о внутреннем строении планет-гигантов получены на основе наблюдений и теоретических моделей, базирующихся на свойствах водорода.

На дне уплотняющейся вглубь на 1500 км атмосферы Юпитера находится слой жидкого водорода. Затем атмосфера переходит в особое газожидкое состояние.

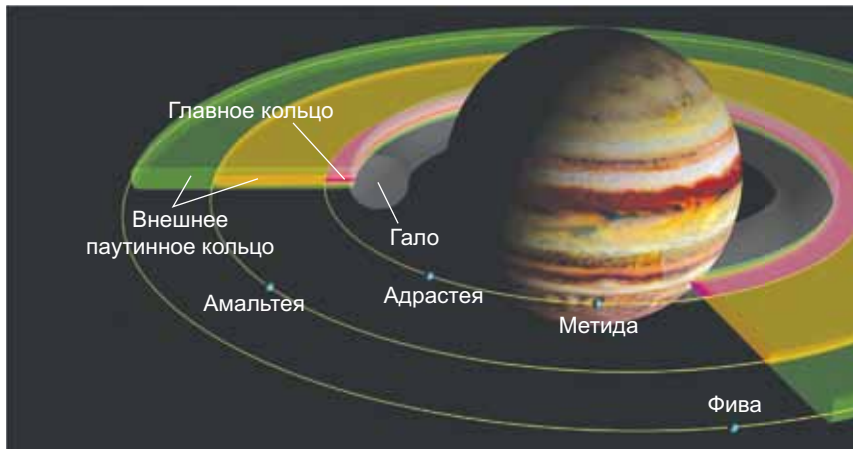


Рис. 66. Схема колец Юпитера

На уровне примерно 0,77 радиуса планеты начинается оболочка, где водород приобретает свойства металла. Здесь он сжимается так сильно ($4 \cdot 10^{12}$ Па), что электроны покидают свои атомы и свободно перемещаются. Это приводит к появлению магнитного поля Юпитера, напряженность которого на границе облачного слоя в 12 раз выше, чем у земного магнитного поля.

В центре Юпитера находится твердое ядро, состоящее из оксидов кремния, магния и железа с примесями. Диаметр внутреннего ядра — около 25 тыс. км, температура в его центре составляет 23 000 К. Такая высокая температура объясняется медленным гравитационным сжатием планеты.

В 1979 г. космические аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2» обнаружили у Юпитера кольца (рис. 66). Они состоят из очень мелких пылинок (0,2—200 мкм). Эти пылинки постепенно падают в атмосферу Юпитера, а их место занимают другие, которые образуются при столкновении малых спутников, особенно Амальтеи, с метеоритными телами.

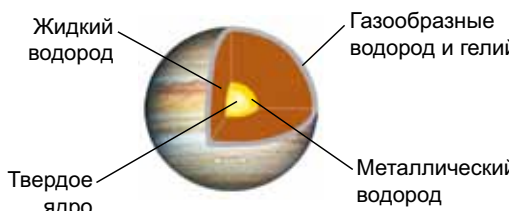
Параметры Юпитера смотрите в таблице 6.

Таблица 6. Параметры Юпитера

| | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | -2,9 | Диаметр по экватору | 142 980 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 778,5 млн км | Масса (Земля = 1) | 318 |
| | 5,204 а. е. | Средняя плотность | $1,33 \cdot 10^3$ кг/м ³ |

Окончание таблицы

| | | | |
|--------------------------------|--------------------|---|---------|
| Период обращения вокруг Солнца | 11,86 земного года | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 2,2 |
| Период вращения вокруг оси | 9,92 ч | Температура верхнего слоя облаков | -133 °С |



2. Сатурн. Сатурн — это вторая по величине планета-гигант, окруженная красивыми кольцами (рис. 67). Диск планеты заметно сплюснут у полюсов. Это вызвано тем, что у Сатурна самая низкая плотность из всех планет Солнечной системы.

Кольца Сатурна (рис. 68) заметил еще Галилео Галилей: в 1610 г. он обнаружил по обе стороны диска непонятные придатки. Но только Христиан Гойгенс в 1656 г. различил тонкое плоское кольцо, не соприкасающееся с планетой. С Земли в телескоп можно увидеть несколько колец, отделенных друг от друга темными промежутками.

На основе спектральных исследований в 1895 г. русский ученый А. А. Белопольский установил, что кольца не монолитные, а состоят из отдельных мелких



Рис. 67. Сатурн.
Фотография сделана
космическим телескопом Хаббла

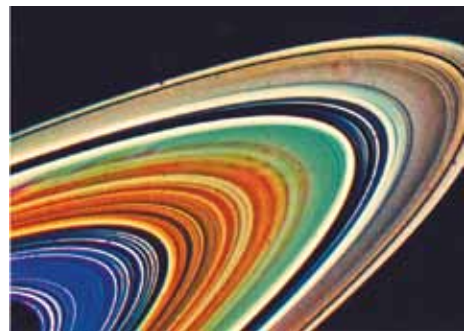


Рис. 68. Структура колец Сатурна (цвета ненатуральные — они подчеркивают различие минералогического состава колец)

тел. Снимки, полученные космическим аппаратом «Вояджер-2», показали, что систему колец образуют тысячи тонких колец. Каждое из них состоит из бесчисленного множества обломков льда размером от мельчайших пылинок до нескольких метров. Толщина колец не превышает 2 км.

Плоскость колец расположена в плоскости экватора Сатурна, которая имеет наклон $26^{\circ}45'$ к плоскости орбиты. При движении Сатурна по орбите кольца, сохраняя положение в пространстве, дважды за одно обращение планеты вокруг Солнца оказываются повернутыми к Земле своим ребром. А так как толщина их мала, то в небольшие телескопы они в это время не видны. Диаметр по наружному краю кольца составляет 272 тыс. км, а по внутреннему — 144 тыс. км. Суммарная масса колец составляет около $3 \cdot 10^{-8}$ массы Сатурна.

Напряженность магнитного поля Сатурна близка к земной.

Параметры Сатурна смотрите в таблице 7.

Таблица 7. Параметры Сатурна

| | | | |
|---|--------------------|---|----------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | -0,2 | Диаметр по экватору | 120 536 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 1433 млн км | Масса (Земля = 1) | 95,2 |
| | 9,59 а. е. | Средняя плотность | $0,69 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| Период обращения вокруг Солнца | 29,46 земного года | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 1,1 |
| Период вращения вокруг оси | 10,57 ч | Температура верхнего слоя облаков | -140 °C |
|  <p>Ячейки с циркулирующими водородом и гелием</p> <p>Металлический водород с капельками гелия</p> <p>Каменное ядро</p> | | | |

3. Уран. Уран — третья по величине планета-гигант. Планета очень красивого зеленовато-голубоватого цвета (рис. 69). Причина этого кроется в составе атмосферы планеты и ее температуре. При температуре -217°C в верхних слоях водородно-гелиевой атмосферы Урана образовалась метановая дымка. Метан хорошо поглощает красные лучи и отражает голубые и зеленые. Поэтому планета и приобрела красивый бирюзовый цвет. В атмосфере Урана не наблюдается никаких заметных возмущений.

В 1977 г. были открыты кольца Урана. Снимки, сделанные «Вояджером-2» в 1986 г., подтвердили их существование. Уран окружен одиннадцатью узкими кольцами, располагающимися в плоскости экватора на расстоянии от 42 до 51,4 тыс. км (или 1,65—2,02 радиуса) от центра планеты. Типичная ширина колец от 1 до 8 км, только у самого большого она меняется от 22 до 93 км. Толщина колец не превышает 1 км. Кольца Урана состоят из мелкой пыли и небольших твердых темных частиц.

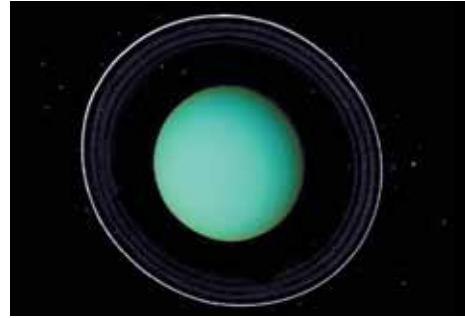


Рис. 69. Уран. Фотография получена космическим телескопом Хаббла

Магнитное поле Урана имеет одну интересную особенность. Ось вращения планеты лежит почти в плоскости орбиты, и линии магнитного поля скручены вращением Урана в длинный штопор позади планеты. Напряженность магнитного поля приблизительно равна земной.

Параметры Урана смотрите в таблице 8.

Таблица 8. Параметры Урана

| | | | |
|---|-------------------|---|----------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | 5,4 | Диаметр по экватору | 51 120 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 2877 млн км | Масса (Земля = 1) | 14,5 |
| | 19,23 а. е. | Средняя плотность | $1,27 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| Период обращения вокруг Солнца | 84,0 земного года | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 0,9 |
| Период вращения вокруг оси (обратное вращение) | 17,24 ч | Температура верхнего слоя облаков | -197 °С |
| <p>Атмосфера из водорода, гелия и метана</p> <p>Мантия из замерзших воды, метана и аммиака</p> <p>Каменное ядро</p> | | | |

4. Нептун. Нептун — самый маленький гигант. Находится почти на самом краю Солнечной системы и получает очень мало солнечной энергии. Но, несмотря на это, планета очень активна. На фотографиях Нептуна хорошо видны

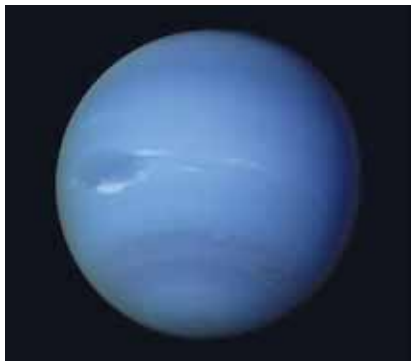


Рис. 70. Нептун. Большое Темное пятно. Фотография сделана космическим аппаратом «Вояджер-1»

облака, появляющиеся и исчезающие в атмосфере планеты. Примечательной деталью Нептуна является и Большое Темное пятно (рис. 70), схожее по структуре с Большим Красным пятном Юпитера.

Скорость ветра в атмосфере Нептуна достигает рекордного значения — 600 м/с.

Предположение о существовании колец у Нептуна было выдвинуто в 1984 г. на основе наблюдений по покрытию звезд планетой. Три замкнутых и одно незамкнутое кольцо видны на снимках, полученных космическим кораблем «Вояджер-2» в 1989 г. Располагаются кольца на расстоянии от 1,7 до 2,5 радиуса планеты. Ширина колец — от 15 до 5000 км. Они состоят из мелких силикатных пылинок, отражающих 6 % солнечного света.

Напряженность магнитного поля у Нептуна в 3 раза меньше, чем у Земли. Параметры Нептуна смотрите в таблице 9.

Таблица 9. Параметры Нептуна

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|
| Звездная величина (максимальная) | 7,8 | Диаметр по экватору | 49 528 км |
| Среднее расстояние до Солнца | 4503 млн км | Масса (Земля = 1) | 17,1 |
| | 30,1 а. е. | Средняя плотность | $1,64 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| Период обращения вокруг Солнца | 164,8 земного года | Сила притяжения на экваторе (Земля = 1) | 1,1 |
| Период вращения вокруг оси | 15,97 ч | Температура верхнего слоя облаков | -200 °C |





Главные выводы

1. В отличие от планет земной группы планеты-гиганты представляют собой крупные массивные газообразные тела с малой плотностью, удаленные от Солнца на значительное расстояние (от 5 до 30 а. е.).
2. Планеты-гиганты очень быстро вращаются вокруг своих осей.
3. Все планеты-гиганты имеют кольца.
4. Основными компонентами атмосфер этих планет являются водород и гелий.



Контрольные вопросы и задания

1. Укажите на отличие основных физических характеристик планет-гигантов от планет земной группы.
2. Какова особенность вращения планет-гигантов вокруг оси?
3. Расскажите об особенностях строения планет-гигантов.
4. Что представляют собой кольца планет?
5. Почему иногда даже в крупные телескопы не видны кольца Сатурна?

§ 15. Луна. Спутники планет

1. Физические условия на Луне. Луна — единственный естественный спутник Земли. Это тело шарообразной формы диаметром 3476 км. Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. Средняя плотность Луны равна 0,6 плотности Земли, а ускорение свободного падения в 6 раз меньше земного, т. е. на лунной поверхности предметы весят в 6 раз меньше, чем на Земле. Солнечные сутки на Луне продолжаются синодический месяц (29,5 земных суток). На Луне нет воды в жидком виде и практически нет атмосферы. За лунный день, который длится около 15 земных суток, поверхность успевает нагреться до +127 °С, а ночью охладиться до -173 °С. При высоких температурах скорость газовых молекул превышает вторую космическую скорость для поверхности Луны, равную 2,38 км/с, поэтому газы, выделяющиеся из недр спутника Земли или образующиеся при падении метеорных тел, быстро покидают Луну. Без газовой атмосферы Луна подвержена воздействию всех видов электромагнитного излучения Солнца, а также ударам метеорных тел разного размера.

Невооруженным глазом на лунной поверхности различимы светлые и темные участки. На темные, относительно ровные области поверхности, названные